

УДК 66.041.454 «313»

*А.Б. Жидков, генеральный директор, А.В. Ванслов, главный специалист (ЗАО «Алитер-Акси», С.-Петербург)*

## Проблемы и перспективы развития трубчатых печей для нефтеперерабатывающей промышленности

Вопросы проектирования и изготовления трубчатых печей предприятий нефтепереработки подробно рассмотрены в работах [1–3]. ВНИИ-нефтемаш предпринял попытку универсализации и выпустил каталог печей [4], которым сегодня можно пользоваться. Проектированию и эксплуатации этих объектов посвящены разделы многих правил Госгортехнадзора России. Однако некоторые проблемы современного состояния трубчатых печей предприятий нефтепереработки заслуживают внимания.

Наиболее распространенные сегодня — шатровые печи построены в 1930–1970 гг. и эксплуатируются практически на всех заводах России в составе установок первичной переработки нефти и других.

Основные недостатки шатровых печей — низкий КПД, высокая металлоемкость, большая занимаемая площадь, устаревшие системы управления. Состояние этих печей зачастую таково, что КПД ниже проектного на 10% и более за счет неэффективного использования пространства топки и плохой герметизации печи, которую обеспечить практически невозможно. К недостаткам печей можно также отнести подземные дымоходы, зачастую заполненные водой, откачка которой увеличивает время простоя установок.

Мелкий ремонт этих печей достаточно удобен, но крупный ремонт с учетом перечисленных недостатков нецелесообразен.

Специалистами ЗАО «Алитер-Акси» проведен анализ затрат на капитальный ремонт шатровых печей (включая замену кожуха, футеровки, змеевика печи, горелок, КИП и приведение печи к современным

нормам) и затрат на строительство новой вертикальной печи на примере двухскатной шатровой печи установки Л-24/6 Ярославского НПЗ. При этом затраты на строительство новой печи и ремонт старой отличаются только на 10%, но в результате завод получает новую печь, обеспечивающую КПД порядка 82–88% (в зависимости от системы утилизации тепла), против 68–70% у шатровой печи. В настоящее время, по нашему мнению, нефтеперерабатывающим заводам необходимо разрабатывать и реализовывать долговременную программу постепенной замены этих печей на современные с максимальным учетом технологических особенностей каждой установки.

С середины 60-х годов в нефтеперерабатывающей промышленности проектируются и широко используются вертикальные трубчатые печи с горизонтальным, вертикальным, спиральным расположением змеевика. КПД этих печей на 10–20% выше шатровых, а материалоемкость и занимаемая площадь значительно меньше. В 70–90-е годы ВНИИнефтемашем проведена классификация вертикальных печей по различным признакам (каркасу, расположению змеевика, виду форсунок) и выпущен каталог печей, который может быть полезен только как справочный материал о конструктивных особенностях печей, так как не содержит рабочей документации с учетом многочисленных технологических особенностей работы установок.

Однако каждая печь и установка имеют свои индивидуальные особенности (требования по гидравлическому сопротивлению змеевика,

температуре потоков, задание на утилизацию тепла и т.п.). Работа инженера-конструктора заключается в рациональной компоновке печного пространства.

*Таким образом, основными путями развития проектирования и изготовления трубчатых печей нефтеперерабатывающей промышленности считаем следующие:*

- Замена печей старых конструкций (шатровых, каталитического риформинга) современными печами новых конструкций с учетом оптимизации условий нагрева, ремонтпригодности.

- Выбор узлов утилизации, обеспечивающих наиболее высокие экономические показатели.

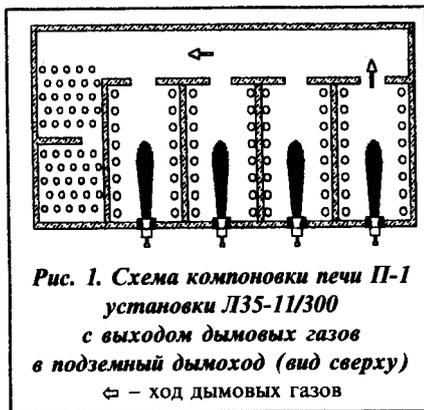
- Создание взрыво-, пожаробезопасных систем управления печами (совершенствование системы КИП и А, системы блокировок подачи топлива и продукта, совершенствование системы паровой защиты печи).

- Надземная прокладка дымоходов.

### Примеры замены печей

*Замена печи установки каталитического риформинга*

Печь П-1 установок каталитического риформинга типа Л 35-11/300, Л 35-11/600, Л 35/6 состоит из 4–6 вертикальных камер с вертикально расположенными трубами змеевика. Горелки находятся на вертикальной стене с горизонтальным направлением факела (рис. 1). Дымовые газы через отверстия в перевальной стене выходят в горизонтальный канал дымовых газов, попадают в камеру конвекции, затем в сборные дымовые стояки. Змеевик этих печей, как правило, двух- или четырехпоточный (из стали 15Х5М-У).



### Основные недостатки этих печей

- Неестественное движение дымовых газов в сторону и вниз, что приводит к подпору дымовых газов под сводом, вследствие чего верхний ряд горелок не работает.

- Верхнее расположение коллектора змеевика создает проблемы с удалением жидкости из него.

- В печах, кроме змеевика риформинга, размещаются змеевики процесса гидроочистки. При такой схеме во время запуска установки исключается возможность отдельной работы печи риформинга по нарабатыванию запаса водорода для гидроочистки.

### Как устранить эти недостатки?

- Печь процесса гидроочистки выносится в отдельно стоящую колонну (цилиндрического или коробчатого типа) с нижним расположением горелок (поточность по змеевику 4–6). Для равномерного распределения продукта по потокам необходимо ввод его осуществлять в торец коллектора. Такая схема ввода продукта опробована на печи П-201 установки ЛЧ-24-2000 (ООО «Кириши-нефтеоргсинтез») и обеспечивает эффективность по равномерности распределения и экономическую целесообразность (не нужно изготавливать дорогостоящие тройники).

- Печь риформинга (рис. 2) располагается на старом фундаменте и выполняется по змеевику многопоточной (19–23 потока), коллекторы входа и выхода продукта для удобства располагаются внизу печи.

- Горелки размещаются в нижней части печи, чтобы дымовые газы поднимались вверх и собирались в дымоходе, расположенном над сводом печи. Шибер, установленный в дымоходе над камерой, позволяет регулировать тягу отдельно в каждой камере.

Дымовые газы в таких печах можно утилизировать частично в камере конвекции и затем направлять в узел утилизации тепла или, минуя камеру конвекции, в котел-утилизатор для выработки технологического пара с давлением  $p_p = 1,6$  МПа. Также можно получать пар высокого давления ( $p_p = 4$  МПа) для паровой турбины газового компрессора.

Для уменьшения площади застройки и мощности печи при сохранении производительности и, следовательно, понижения капитальных затрат рекомендуется перед печью устанавливать теплообменник ПАКИНОКС.

По такой схеме были заменены печи П-1 на установках Л 35-11/300 (Московский НПЗ) и Л 35-11/600 (Омский НПЗ и Ярославский НПЗ).

### Замена шатровых печей

Как отмечалось, замена шатровых печей целесообразнее ремонта.

Установить печь на старом фундаменте при выполнении таких работ сложно, так как новая печь имеет иную форму (цилиндрическую, коробчатую, одно- и многокамерную — в зависимости от технического задания). На ряде установок собрать печь можно рядом с существующей шатровой печью, что сократит время перевода технологического процесса на новую печь.

Считаем, что изготавливать цилиндрические печи рациональнее из крупных обечаек (максимальным размером 8000×3000 мм), представляющих собой жесткий металлический лист с приваренными анкерами и нанесенным легким жаростойким бетоном.

При строительстве крупных коробчатых печей более надежна блочная схема футеровки, при этом на



каркас печи наваривается кожух, к которому крепятся блоки (максимальный размер 1680×1300 мм) из жаростойкого бетона. Блок — несущая рама (из уголка) и арматурные элементы (из жаропрочной стали) устанавливаются несущей рамой к кожуху печи. Стыки между блоками выполняют роль термшвов и заделываются материалом, аналогичным составу блоков. Такая схема лучше выдерживает термоциклы и более ремонтопригодна.

В настоящее время десятки печей, изготовленных по блочному принципу, эксплуатируются на установках каталитического риформинга, первичной переработки нефти, битумных и других на НПЗ России и СНГ (см. 4-ю стр. обложки).

При проектировании этих печей также актуальны вопросы ввода продукта в змеевик, его дренируемости. Они решаются в каждом случае индивидуально.

Таким образом, рассмотрен один из путей совершенствования трубчатых печей. Другие будут рассмотрены в последующих публикациях.

### Список литературы

1. Аспель Н.Б., Демкина Г.Г. Гидроочистка моторных топлив. Л.: Химия, 1977. 159 с.
2. Рудин М.Г., Смирнов Г.Ф. Проектирование нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов. Л.: Химия, 1984. 256 с.
3. Шарихин В.В., Ентус Н.Р., Коновалов А.А., Скороход А.А. Трубчатые печи нефтепереработки и нефтехимии, М., 2000 г. 392 с.
4. Трубчатые печи. Каталог. М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1998.